

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-275078

(43) 公開日 平成4年(1992)9月30日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	府内整理番号	F I	技術表示箇所
H 02 N 11/00	Z	8525-5H		
A 61 F 2/08		7038-4C		
	2/68	7038-4C		
F 15 B 21/06		7222-3H		

審査請求 有 請求項の数1(全3頁)

(21) 出願番号	特願平3-59793	(71) 出願人	000001144 工業技術院長 東京都千代田区霞が関1丁目3番1号
(22) 出願日	平成3年(1991)2月28日	(72) 発明者	小黒 啓介 大阪府池田市五月丘3丁目4-3
		(72) 発明者	竹中 啓恭 大阪府池田市五月丘3丁目4-8
		(72) 発明者	川見 洋二 大阪府河内長野市片添町92
		(74) 指定代理人	工業技術院 大阪工業技術試験所長

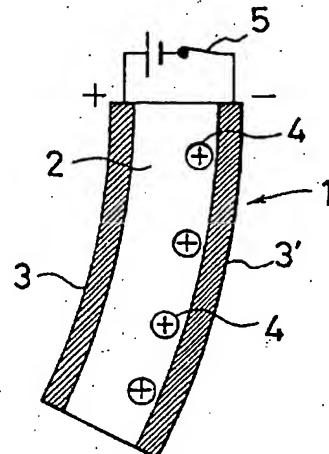
(54) 【発明の名称】 アクチュエータ素子

(57) 【要約】

【目的】 超小型アクチュエータ素子を提供する。

【構成】 イオン交換膜と、このイオン交換膜の両面に接合した電極から成り、該イオン交換膜の含水状態において、前記イオン交換膜に電位差をかけ、前記イオン交換膜に弯曲および変形を生ぜしめる。

【効果】 小型化が容易で、応答も早く、小電力で作動するアクチュエータ素子が得られる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 イオン交換膜と、このイオン交換膜の両面に接合した電極とから成り、前記イオン交換膜の含水状態において、前記イオン交換膜に電位差をかけて前記イオン交換膜に湾曲および変形を生ぜしめることを特徴とするアクチュエータ素子。

【発明の詳細な説明】

【産業上の利用分野】 本発明はアクチュエータ素子に関し、より詳細にはイオン交換膜に湾曲および変形を生ぜしめることから成る超小型のアクチュエータ素子に関する。

【従来の技術】 アクチュエータを小型化すると慣性力よりも摩擦や粘着力が支配的となるため、モータやエンジンのような慣性力をを利用してエネルギーを運動に変える機構は、超小型機械用のアクチュエータとしては用いることが困難であると言われている。これまでに提案されている超小型アクチュエータの作動原理としては、静電引力型、圧電型、超音波式、形状記憶合金式、高分子伸縮式等が知られている。静電引力型アクチュエータは電極となる板や棒を対極に引きつけるもので、数十 μm 離れた対極との間に100V程度の電圧をかけて、電極をたわませるもののが知られている。圧電型アクチュエータはチタン酸バリウムなどセラミックの圧電素子に数Vの電圧をかけて素子を伸縮させるもので、ナノメートル単位の変位を制御できるものが知られている。また超音波式は圧電素子などで発生させた超音波振動と摩擦力の組み合わせで、それを生じさせて驅動するものが知られている。形状記憶合金式アクチュエータは温度によって形状が大きく変化するため、温度を変化させることで作動する。高分子伸縮式アクチュエータは高分子の繊維が、温度あるいはpHの変化や周囲の化学物質の濃度変化によって伸縮するものである。

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、これまでの超小型アクチュエータにはそれぞれ作動環境に制限があったり、応答性が不十分であったり、また構造が複雑であったり、柔軟性が欠如しているなどの問題点を有している。例えば、これまでの高分子伸縮式アクチュエータを作動させるには、高分子繊維が接触している溶液を他の塩類を含む溶液に交換する必要があり、小型で速い応答を必要とする用途には利用困難であった。本発明は構造が単純で、小型化が容易であり、応答も速く、小電力で作動し、かつ柔軟であるようなアクチュエータ素子を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成する本発明のアクチュエータ素子は、イオン交換膜と、このイオン交換膜の両面に接合した電極とから成り、前記イオン交換膜の含水状態において、前記イオン交換膜に電位差をかけて前記イオン交換膜に湾曲および変形を生ぜしめることを特徴とする。以下、本発明のアクチュエータ素子を図面にもとづき説明する。図1に示すとおり、本発

2

明のアクチュエータ素子1はイオン交換膜2と、このイオン交換膜2の両面に接した電極3, 3' とから成る。イオン交換膜2としては、陽イオン交換膜、陰イオン交換膜のいずれも使用することができ、たとえば陽イオン交換膜としてポリスチレンスルホン酸膜やスルホン基やカルボキシル基を持つフッ素樹脂系イオン交換膜を挙げることができる。かかるイオン交換膜の両面に接合する電極3, 3' には白金、イリジウム、パラジウム、ルテニウム等の貴金属が好ましいが、そのほか導電性高分子や黒鉛などの導電性と耐食性を合わせ持つ物質が利用できる。接合方法には化学メッキ、電気メッキ、真空蒸着、スパッタリング、塗布、圧着、溶着等の電極材料を高分子膜に付着させるための既知の方法が全て利用できる。そして、電極3, 3' をリード線を介して直流電源5に連結すると本発明のアクチュエータ素子が得られる。本発明においてはアクチュエータ素子の作動時には、イオン交換膜が含水状態である必要がある。ここで含水状態とは、アクチュエータが水中で、または高湿度の大気中でも作動することを意味する。水中においては、周囲の水中に含まれるイオンは動作に影響する場合があるが、種々のイオンや溶質を含んだ液中でも作動できる。本発明によるアクチュエータ素子の作動機構あるいは原理は明確ではないが、膜の表裏に電位差がかかることで、図2に示すようにイオン交換膜2中の正イオン4が陰極3'側に移動し、このイオンに伴なわて水分子が膜内で移動するために陽極側と陰極側で水分量に差ができると推定される。従って含水率が高まれば膨潤し、含水率が低下すれば収縮するので、膜の表裏で水分量に差が付けば膜は湾曲すると考えられる。ただし、イオンの分布に差が付いても、その状態でイオンの動きが止まれば、膜の外部からの水の拡散によって次第に水分分布は元の均一状態に近づくと推定される。すなわち一定電圧をかけていても膜内の電流が減少すれば、一端生じた含水率の分布は徐々に平均化されて行くために、湾曲は元に戻ると考えられる。陽イオン交換膜を純水中で用いた場合、移動するイオンはH+イオンであり、食塩水中で用いた場合はNa+であると考えられるため、電圧をかけるとそれらのイオンは水分子と共に陰極側へ移動する。このようによく考察すれば、陰極側の高分子膜の含水率が上がり、陽極側の含水率は下がるので、陰極側が伸びて陽極側が縮むため、膜は陽極側へ湾曲することになり、この傾向は実施例の結果と一致する。以下、本発明の実施例を述べる。

【実施例】 実施例1

厚さ0.2mmのフッ素樹脂系イオン交換膜Nafion（登録商標、デュポン社製）に化学メッキにより白金を3mg/cm²ずつ両面に接合させた。この接合体を幅2mm長さ20mmに裁断し、その一端に2mm角の白金箔に白金リード線の付いた給電体を両面から押しつけて、プラスチック製持具で挟んだ。純水中に持具を固定して、この接合体小

3

片を釣り下げ、リード線は直流定電圧電源に接続した。リード線間に0.2V印加すると、接合体は瞬時に湾曲し、先端は陽極方向に約0.1mm移動した。電圧印加時には過渡的な電流が流れるが、1秒後には $10\mu A$ 以下になり、ほとんど電流は流れなくなる。印加電圧を0Vにすると、接合体の湾曲は瞬時に元に戻った。さらに逆方向に0.2Vの電圧をかけると、逆方向に湾曲した。印加電圧を1Vにすると湾曲は大きくなり、先端部分の変位は約0.5mmであった。印加電圧を上げると接合体の湾曲はさらに大きくなつたが、1.3Vをこえると電気分解が生じ、電流が流れ続けてガス発生が見られた。

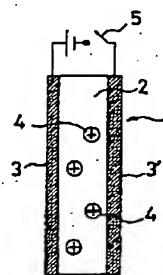
実施例2

約3%の食塩水に実施例1の接合体を2時間浸漬させた後に電圧をかけた。1V印加した場合、先端は瞬時に陽極方向に1mm移動したが、電圧を印加したままでも1秒程度かけて徐々に元の位置に戻った。この状態で電圧を0Vに戻すと、逆方向に1mm移動し、さらに逆向きに1V印加すると、さらに1mm移動して、合計2mmの変位が得られた。この場合にも約1秒後には元の中央位置に戻った。また電圧を1.6Vに上げると2mmの変位が得られたが、電気分解はほとんど生じず電流が流れ続けることもなかった。

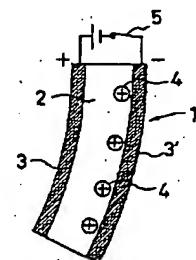
実施例3

厚さ約0.15mmのポリスチレンスルホン酸膜に化学メッキにより両面に白金 $1\text{mg}/\text{cm}^2$ とイリジウム $2\text{mg}/\text{cm}^2$ ずつを接合させた。この接合体を幅0.3mm長さ3mmに裁断し、その一端に白金リード線を両面から押しつけて、プラスチック製持具で挟んだ。約3%の食塩水中に持具を固定して、この接合体小片を釣り下げ、リード線は直流定電圧電源に接続した。リード線間に1.6V印加すると、接合体は瞬時に湾曲し、先端は陽極方向に約0.3mm移動した。また逆方向に1.6Vの電圧をかけると、逆方向に湾曲した。

【図1】



【図2】



【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、下記特長を有するアクチュエータ素子が得られる。

- 1) 単純な構造であり、超小型化できる。
- 2) 超小型化しても水の粘性抵抗や表面の摩擦力に打ち勝つだけの大きな力が発生できる。
- 3) 生体内などの液中で作動する。
- 4) 1V程度の低電圧で作動する。
- 5) 超小型であれば微少な電流でも作動する。
- 6) 比較的応答が速い。
- 7) 電圧によってアクチュエータの動作が制御できる。
- 8) 比較的大きな力を発生する反面、素子自体は柔軟である。

すなわち本発明によれば、電極間に0.1~3Vの直流電圧をかけることにより、1秒以内に素子長の1/10もの変位が得られ、かつ水中で作動する柔軟な素子を作製できる。素子を細長い棒状にすれば、大きく湾曲させることができ、大きな変位を得ることができる。従って本発明によれば、従来のアクチュエータでは不可能であった水中での超小型動力発生機構が可能になるので、特に水中で作動する超小型ロボット用の人工筋肉として利用でき、また生体内で使用される医療用器具の動力にも応用できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のアクチュエータ素子の電圧無印加状態の概要断面図である。

【図2】本発明のアクチュエータ素子の電圧印加状態の概要断面図である。

【符号の説明】

1 アクチュエータ素子	2 陽イオン交換膜	2' 陰イオン交換膜
3 電極	3' 電極	3'' 電極
4 水分子数個を伴った可動陽イオン	4' 可動陰イオン	5 電源

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

171

172

173

174

175

176

177

178

179

180

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

196

197

198

199

200

201

202

203

204

205

206

207

208

209

210

211

212

213

214

215

216

217

218

219

220

221

222

223

224

225

226

227

228

229

230

231

232

233

234

235

236

237

238

239

240

241

242

243

244

245

246

247

248

249

250

251

252

253

254

255

256

257

258

259

260

261

262

263

264

265

266

267

268

269

270

271

272

273

274

275

276

277

278

279

280

281

282

283

285

287

289

291

293

295

297

299

301

303

305

307

309

311

313

315

317

319

321

323

325

327

329

331